

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-123282

(43)Date of publication of application : 25.04.2003

(51)Int.Cl.

G11B 7/09

G11B 7/085

G11B 7/125

G11B 7/135

(21)Application number : 2002-170622

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 11.06.2002

(72)Inventor : TADANO HIROYUKI

(30)Priority

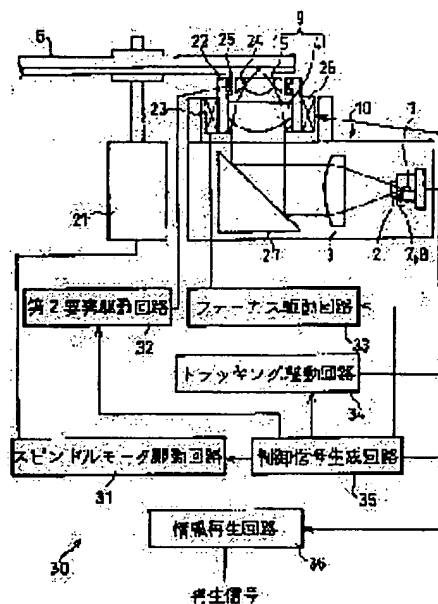
Priority number : 2001238192 Priority date : 06.08.2001 Priority country : JP

## (54) FOCAL POINT ADJUSTING METHOD AND OPTICAL PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a focal point adjusting method capable of performing a stable focus control by removing offset, and an optical pickup device.

**SOLUTION:** Focus control processing in which the output of a focus error signal obtained by detecting deviation of a focal point in the direction of the optical axis of light beam transmitting and focused through a two-element objective lens 9 is controlled to get close to zero, spherical aberration correction processing for correcting spherical aberration generated in the light beam, and offset adjustment processing for adjusting the offset in the focus error signal, are performed in this order.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-123282

(P2003-123282A)

(43) 公開日 平成15年4月25日 (2003.4.25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B	7/09	G 1 1 B	7/09 B 5 D 1 1 7
	7/085		7/085 B 5 D 1 1 8
	7/125		7/125 B 5 D 1 1 9
	7/135		7/135 Z 5 D 7 8 9

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2002-170622(P2002-170622)

(22) 出願日 平成14年6月11日 (2002.6.11)

(31) 優先権主張番号 特願2001-238192(P2001-238192)

(32) 優先日 平成13年8月6日 (2001.8.6)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 多田野 宏之

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100080034

弁理士 原 謙三

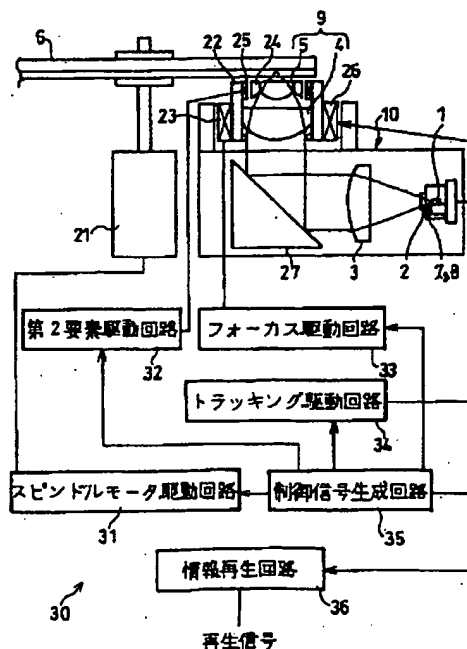
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焦点調整方法および光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 オフセットを取り除くことにより、安定したフォーカス制御を行うことができる焦点調整方法および光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】 2要素対物レンズ9を透過して集光される光ビームの光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られるフォーカスエラー信号の出力を0に近づけるように制御するフォーカス制御処理と、光ビームにおいて発生した球面収差を補正する球面収差補正処理と、フォーカスエラー信号におけるオフセットを調整するオフセット調整処理とをこの順に行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】集光光学系を透過して集光される光ビームの光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られるフォーカスエラー信号の出力を0に近づけるように制御するフォーカス制御処理と、

上記光ビームにおいて発生した球面収差を補正する球面収差補正処理と、

上記フォーカスエラー信号におけるオフセットを調整するオフセット調整処理とをこの順に有し、上記集光された光ビームの焦点位置を調整することを特徴とする焦点調整方法。

$$SAES = F1 - (F1 + F2) \times K1 \quad (K1は係数)$$

または、

$$SAES = F2 - (F1 + F2) \times K2 \quad (K2は係数)$$

または、

$$SAES = F1 - F2 \times K3 \quad (K3は係数)$$

のいずれかを満足することを特徴とする請求項2に記載の焦点調整方法。

【請求項4】上記球面収差補正処理は、上記集光光学系における1つ以上のレンズ群のうちの、少なくとも1枚のレンズを移動させることにより、上記集光光学系の球面収差を補正することを特徴とする請求項1に記載の焦点調整方法。

【請求項5】上記球面収差補正処理および上記オフセット調整処理を複数回繰り返す、最後に上記オフセット調整処理を行ってから上記光ビームの焦点位置の調整を終了することを特徴とする請求項1に記載の焦点調整方法。

【請求項6】光源と、  
該光源から出射され、記録媒体にて反射された光ビームを集光する集光光学系と、

上記光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを示すフォーカスエラー信号を検出するフォーカスエラー検出手段と、

上記フォーカスエラー信号の出力を0に近づけるように制御するフォーカス制御手段と、

上記フォーカスエラー信号のオフセットを調整するオフセット調整手段と、

上記集光光学系の球面収差を検出する球面収差検出手段と

$$SAES = F1 - (F1 + F2) \times K1 \quad (K1は係数)$$

または、

$$SAES = F2 - (F1 + F2) \times K2 \quad (K2は係数)$$

または、

$$SAES = F1 - F2 \times K3 \quad (K3は係数)$$

のいずれかを満足することを特徴とする請求項7に記載の光ピックアップ装置。

【請求項9】上記球面収差補正手段は、上記記録媒体に記録されている情報を読み取ることにより得られる再生信号の振幅が最大になるように調整することにより、球面収差を補正することを特徴とする請求項6に記載の光

\*【請求項2】上記球面収差は、光ビーム分離手段により内周部領域と外周部領域とに分離された光ビームのうちの、少なくとも一方に基づいて得られる上記フォーカスエラー信号から検出されることを特徴とする請求項1に記載の焦点調整方法。

【請求項3】上記球面収差を示す球面収差誤差信号をSAESとし、外周部領域の光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られる第1フォーカスエラー信号をF1とし、内周部領域の光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られる第2フォーカスエラー信号をF2とすると、上記SAESは、

※

※と、

上記球面収差を補正する球面収差補正手段とを備え、  
上記オフセット調整手段は、上記フォーカス制御手段がフォーカスエラー信号の出力を0に近づけるように制御し、上記球面収差補正手段が球面収差を補正した後に、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項7】上記集光光学系を透過した光ビームを、内周部領域と外周部領域とに分離する光ビーム分離手段を備え、

上記球面収差検出手段は、光ビームの内周部領域と外周部領域とのうちの、少なくとも一方に基づいて得られるフォーカスエラー信号から球面収差を検出することを特徴とする請求項6に記載の光ピックアップ装置。

【請求項8】上記球面収差検出手段は、上記集光光学系の球面収差を示す球面収差誤差信号を生成し、  
上記球面収差誤差信号をSAESとし、上記外周部領域の光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られる第1フォーカスエラー信号をF1とし、上記内周部領域の光ビームにおける焦点位置ずれを検出して得られる第2フォーカスエラー信号をF2とすると、上記SAESは、

ピックアップ装置。

【請求項10】上記球面収差補正手段は、上記記録媒体の半径方向における上記光ビームの焦点位置ずれを示すトラッキングエラー信号の振幅が最大になるように調整することにより、球面収差を補正することを特徴とする請求項6に記載の光ピックアップ装置。

【請求項11】上記集光光学系は、1つ以上のレンズ群からなり、

上記球面収差補正手段は、上記レンズ群のうちの、少なくとも1枚のレンズを移動させることを特徴とする請求項6に記載の光ピックアップ装置。

【請求項12】上記オフセット調整手段は、上記記録媒体に記録されている情報を読み取ることにより得られる再生信号の振幅が最大になるように調整することにより、フォーカスエラー信号のオフセットを調整すること

を特徴とする請求項6に記載の光ピックアップ装置。  
【請求項13】上記記録媒体の半径方向における上記光ビームの焦点位置ずれを示すトラッキングエラー信号を検出し、該トラッキングエラー信号に基づいて、記録媒体の半径方向への焦点位置ずれを補正するトラッキング制御手段を備え、

上記オフセット調整手段は、上記トラッキング制御手段により記録媒体の半径方向への焦点位置ずれを補正されたフォーカスエラー信号に対して、オフセットの調整を行うことを特徴とする請求項12に記載の光ピックアップ装置。

【請求項14】上記記録媒体の半径方向における上記光ビームの焦点位置ずれを示すトラッキングエラー信号を検出し、該トラッキングエラー信号に基づいて、記録媒体の半径方向への焦点位置ずれを補正するトラッキング制御手段を備え、

上記オフセット調整手段は、上記トラッキングエラー信号の振幅が最大になるように調整することにより、フォーカスエラー信号のオフセットを調整すること

を特徴とする請求項6に記載の光ピックアップ装置。  
【請求項15】複数の情報記録層を有する記録媒体に対して情報の記録・再生を行う場合、ある情報記録層から他の情報記録層へと上記光ビームの焦点位置がジャンプするときに、上記オフセット調整手段は、オフセットを調整することを特徴とする請求項6に記載の光ピックアップ装置。

【請求項16】上記オフセット調整手段によるフォーカスエラー信号のオフセットの調整と球面収差の補正とが複数回繰り返される場合、該繰り返しの最後に、上記オフセット調整手段は、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することを特徴とする請求項6に記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、集光光学系において発生する焦点位置ずれを検出し、焦点位置を調整する焦点調整方法およびこの焦点調整方法を適用した光ピックアップ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、情報量の増大と共に光ディスクの記録密度を高くすることが求められている。そこで、光

ディスクの情報記録層における線記録密度を高めることやトラックの狭ピッチ化によって、光ディスクの高記録密度化が行われてきた。この光ディスクの高記録密度化に対応するためには、該光ディスクの情報記録層上に集光される光ビームのビーム径を小さくすることが必要である。

【0003】光ビームのビーム径を小さくする方法としては、光ディスクを記録再生する光ピックアップ装置の集光光学系としての対物レンズから照射される光ビームの開口数（NA：Numerical Aperture）を大きくすることや、光ビームの短波長化が考えられる。

【0004】光ビームの短波長化に関しては、光源を、赤色半導体レーザから、本格的に商品化の道が開かれてきた青紫色半導体レーザへ変更することにより実現可能と考えられる。

【0005】一方、高開口数の対物レンズを実現する手法としては、対物レンズに半球レンズを組み合わせて、2枚のレンズ（2群レンズ）で対物レンズを構成することで高開口数を実現する手法が提案されている。

【0006】一般に、光ディスクでは、埃や傷から情報記録層を保護するために、情報記録層がカバーガラスで覆われている。従って、光ピックアップ装置の対物レンズを透過した光ビームは、カバーガラスを通過して、その下にある情報記録層上で集光されて焦点を結ぶことになる。

【0007】このように光ビームがカバーガラスを通過すると、球面収差（SA：Spherical Aberration）が発生する。球面収差SAは、次式（1）

$$SA \propto d \cdot NA^4 \quad \dots (1)$$

で示され、カバーガラスの厚さdおよび対物レンズの開口数NAの4乗に比例する。通常、対物レンズは、この球面収差を相殺するように設計されているので、対物レンズとカバーガラスを通過した光ビームの球面収差は十分に小さくなっている。

【0008】しかしながら、カバーガラスの厚さが、予め定められた値からずれると、情報記録層に集光された光ビームには、球面収差が発生し、ビーム径が大きくなってしまい、情報を正しく読み書きすることができなくなるといった問題が生じる。

【0009】また、上記の式（1）よりカバーガラス厚さ誤差 $\Delta d$ によって発生する球面収差の誤差 $\Delta SA$ は、カバーガラス厚さ誤差 $\Delta d$ に比例する。即ち、カバーガラスの厚さ誤差 $\Delta d$ が大きくなればなるほど、球面収差の誤差 $\Delta SA$ が大きくなる。これにより、情報を正しく読み書きすることができなくなる。

【0010】従来の光ディスクにおいては、例えば、DVD（Digital Versatile Disc）のように、用いる光ピックアップ装置における対物レンズの開口数NAは0.6程度と小さい。従って、カバーガラス厚さ誤差 $\Delta d$ によって発生する球面収差の誤差 $\Delta SA$ は小さく、情報記

録層ごとに、光ビームを十分小さく集光することができた。

【0011】一方、光ディスクの厚さ方向へ記録情報の高密度化を進めることができるように、情報記録層を積層化して形成された多層光ディスクとして、例えば情報記録層が2層のDVDが既に商品化されている。このような多層光ディスクを記録再生する光ピックアップ装置は、光ディスクの情報記録層ごとに光ビームを十分小さく集光させることが必要である。

【0012】しかしながら、上記のような多層光ディスクでは、積層化された情報記録層ごとに、光ディスクの表面（カバーガラス表面）から各情報記録層までの厚みがそれぞれ異なる。これにより、光ビームが光ディスクのカバーガラスを通過する際に発生する球面収差が、各情報記録層ごとに異なることとなる。この場合、例えば、隣接する情報記録層で発生する球面収差の差異（誤差 $\Delta SA$ ）は、上記式（1）より、隣接する情報記録層の層間距離 $t$ （厚さ $d$ に相当）に比例する。

【0013】また、カバーガラスの厚さ誤差 $\Delta d$ が等しくても、開口数 $NA$ が大きくなるほど大きな球面収差 $SA$ が発生する。例えば、 $NA=0.6$ に比べて、 $NA=0.85$ では、約4倍の球面収差 $SA$ が発生する。従って、上記式（1）より、 $NA=0.85$ のように高開口数になればなるほど、カバーガラスの厚さ誤差 $\Delta d$ によって発生する球面収差が大きくなることが分かる。

【0014】同様に、多層光ディスクの場合、隣接する情報記録層の層間距離 $t$ が等しくても、光ピックアップ装置の対物レンズの $NA$ が大きくなるほど大きな球面収差の差異（誤差 $\Delta SA$ ）が発生する。例えば、 $NA=0.6$ に比べて、 $NA=0.85$ では、約4倍の球面収差の差異が発生する。従って、上記式（1）より、 $NA=0.85$ のように高開口数になればなるほど、各情報記録層毎の球面収差の差異が大きくなることが分かる。

【0015】よって、高開口数の対物レンズでは、球面収差の誤差の影響が無視できず、情報の読み取り精度の低下を招来するという問題が生じる。そこで、高開口数の対物レンズを用いて高記録密度化を実現するためには球面収差を補正する必要がある。

【0016】そこで、球面収差を検出し補正する方法として、例えば特開2000-171346号公報には、上述の球面収差を検出し補正する光ピックアップ装置が開示されている。この光ピックアップ装置では、光ディスクの情報記録層に光ビームを集光させたとき、球面収差によって光ビームの光軸付近のビームと光軸付近より外側のビームとで光ビームの集光位置が異なるのを利用している。

【0017】上記公報に開示された光ピックアップ装置によれば、検出する光ビームをホログラム等の光学素子で光ビームの光軸付近の光ビームと光軸付近より外側の光ビームに分離し、球面収差発生時にどちらか一方の光

ビームにおける情報記録層からの集光位置のずれを検出して、その検出結果に基づき球面収差を補正する。これにより、光ディスクの各情報記録層ごとに集光される光ビームの径を十分小さくすることができる。

【0018】このようにして検出された球面収差量に基づいて、光ピックアップ装置の集光光学系の球面収差を球面収差補正機構で補正し、常に球面収差が小さい状態を保持することができる。さらに、光情報の記録再生中に、球面収差の検出・補正を行い、常に球面収差の発生量を小さく抑える球面収差補正サーボを行えば、常に最適なビーム状態で光磁気記録媒体から情報の記録再生を行うことができる。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公報に開示された光ピックアップ装置では、フォーカスを常に情報記録層に一致させるためのフォーカスサーボや、光ビームを光情報記録媒体のトラックの中心位置に集光させるトラッキングサーボなどを備えている上に、さらに、球面収差補正サーボを備えることとなる。

【0020】従って、サーボ引き込み順序やサーボ信号のオフセット調整を適切に行わないと、サーボ信号にオフセットが残ることとなる。

【0021】本発明は、上記の問題点を鑑みてなされたものであり、その目的は、オフセットを取り除くことにより、安定したフォーカス制御を行うことができる焦点調整方法および光ピックアップ装置を提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明の焦点調整方法は、上記の課題を解決するために、集光光学系を透過して集光される光ビームの光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られるフォーカスエラー信号の出力を0に近づけるように制御するフォーカス制御処理と、光ビームにおいて発生した球面収差を補正する球面収差補正処理と、フォーカスエラー信号におけるオフセットを調整するオフセット調整処理とをこの順に有し、集光された光ビームの焦点位置を調整することの特徴としている。

【0023】上記の構成によれば、フォーカス制御処理により、フォーカスエラー信号の出力を0とし、フォーカスエラー信号の直線部分の傾きを急にして、集光光学系において球面収差が無視できる程小さくした後に、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することとなる。

【0024】このように、出力が0のフォーカスエラー信号に対して球面収差を補正した後に、フォーカスエラー信号のオフセットを調整する場合、フォーカスエラー信号の直線部分の傾きが急になった後に、オフセットが0になるように調整することとなる。

【0025】従って、球面収差を補正し、また、例えば球面収差補正サーボのループをONにすることで集光光

光学系に発生した球面収差量を極力小さくした後に、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することにより、フォーカスエラー信号からオフセットを取り除くことができる。

【0026】これにより、安定した球面収差補正および光軸方向の焦点位置ずれ制御を行うことができ、例えば、照射する光ビームの焦点位置にずれが生じることのない焦点調整方法を提供することができる。

【0027】上記の焦点調整方法は、球面収差が、光ビーム分離手段により内周部領域と外周部領域とに分離された光ビームのうちの、少なくとも一方に基づいて得られるフォーカスエラー信号から検出されることが好まし\*

$$SAES = F1 - (F1 + F2) \times K1 \quad (K1 \text{ は係数})$$

または、

$$SAES = F2 - (F1 + F2) \times K2 \quad (K2 \text{ は係数})$$

または、

$$SAES = F1 - F2 \times K3 \quad (K3 \text{ は係数})$$

のいずれかを満足することが好ましい。

【0030】上記の構成によれば、球面収差誤差信号SAESにおいて、フォーカスエラー信号からのクロストークを除去することができる。従って、球面収差誤差信号SAESから正確に球面収差を検出することができる。

【0031】上記の焦点調整方法は、球面収差補正処理が、集光光学系における1つ以上のレンズ群のうちの、少なくとも1枚のレンズを移動させることにより、集光光学系の球面収差を補正することが好ましい。

【0032】上記の構成によれば、球面収差を簡単な構成で精度良く補正することができる。

【0033】上記の焦点調整方法は、球面収差補正処理およびオフセット調整処理を複数回繰り返し、最後にオフセット調整処理を行ってから光ビームの焦点位置の調整を終了することが好ましい。

【0034】上記の構成によれば、球面収差補正処理およびオフセット調整処理を複数回繰り返すことにより、焦点調整前の初期の状態において、フォーカスエラー信号のオフセット量や球面収差の残存量が大きくても、球面収差の補正やフォーカスエラー信号のオフセット調整を行うことができる。

【0035】また、繰り返しの最後にオフセット調整処理を行うため、球面収差の補正の際に生じるフォーカスエラー信号の感度変化に起因するフォーカスオフセットが残存した状態で、焦点調整が終了することはない。

【0036】従って、フォーカスオフセットが除去された状態で焦点調整を終了することができる。この結果、フォーカスオフセットがない状態で、例えば、光記録媒体から情報の再生を行うことができる。

【0037】本発明の光ピックアップ装置は、上記の課題を解決するために、光源と、該光源から出射され、記録媒体にて反射された光ビームを集光する集光光学系

を有する。

【0028】上記の構成によれば、光ビームの内周部領域または外周部領域での焦点位置の相違を検出することにより、球面収差を検出することができる。これにより、球面収差を感度良く検出することができる。

【0029】上記の焦点調整方法は、球面収差を示す球面収差誤差信号をSAESとし、外周部領域の光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られる第1フォーカスエラー信号をF1とし、内周部領域の光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られる第2フォーカスエラー信号をF2とすると、上記SAESは、

$$SAES = F1 - (F1 + F2) \times K1 \quad (K1 \text{ は係数})$$

または、

$$SAES = F2 - (F1 + F2) \times K2 \quad (K2 \text{ は係数})$$

または、

$$SAES = F1 - F2 \times K3 \quad (K3 \text{ は係数})$$

と、光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを示すフォーカスエラー信号を検出するフォーカスエラー検出手段と、フォーカスエラー信号の出力を0に近づけるように制御するフォーカス制御手段と、フォーカスエラー信号のオフセットを調整するオフセット調整手段と、集光光学系の球面収差を検出する球面収差検出手段と、球面収差を補正する球面収差補正手段とを備え、オフセット調整手段は、フォーカス制御手段がフォーカスエラー信号の出力を0に近づけるように制御し、球面収差補正手段が球面収差を補正した後に、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することを特徴としている。

【0038】上記の構成によれば、フォーカス制御手段により、フォーカスエラー信号の出力を0とし、フォーカスエラー信号の直線部分の傾きを急にして、集光光学系において球面収差が無視できる程小さくした後に、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することとなる。

【0039】従って、球面収差を補正し、また、例えば球面収差補正サーボのループをONにすることで集光光学系に発生した球面収差量を極力小さくした後に、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することにより、フォーカスエラー信号からオフセットを取り除くことができる。

【0040】これにより、安定した球面収差補正および光軸方向の焦点位置ずれ制御を行うことができ、照射する光ビームの焦点位置にずれが生じることのない光ピックアップ装置を提供することができる。

【0041】上記の光ピックアップ装置は、集光光学系を透過した光ビームを、内周部領域と外周部領域とに分離する光ビーム分離手段を備え、球面収差検出手段は、光ビームの内周部領域と外周部領域とのうちの、少なくとも一方に基づいて得られるフォーカスエラー信号から球面収差を検出することが好ましい。

【0042】上記の構成によれば、光ビームの内周部領域または外周部領域での焦点位置の相違を検出することにより、球面収差を検出することができる。これにより、球面収差を感度良く検出することができる。

【0043】上記の光ピックアップ装置は、球面収差検出手段は、集光光学系の球面収差を示す球面収差誤差信号\*

$$SAES = F1 - (F1 + F2) \times K1 \quad (K1 \text{ は係数})$$

または、

$$SAES = F2 - (F1 + F2) \times K2 \quad (K2 \text{ は係数})$$

または、

$$SAES = F1 - F2 \times K3 \quad (K3 \text{ は係数})$$

のいずれかを満足することが好ましい。

【0044】上記の構成によれば、球面収差誤差信号SAESにおいて、フォーカスエラー信号からのクロストークを除去することができる。従って、球面収差誤差信号SAESから正確に球面収差を検出することができる。

【0045】上記の光ピックアップ装置は、球面収差補正手段が、記録媒体に記録されている情報を読み取ることにより得られる再生信号の振幅が最大になるように調整することにより、球面収差を補正することが好ましい。

【0046】上記の構成によれば、再生信号をモニタし、その振幅が最大になるように集光光学系を駆動することにより、球面収差を補正することができる。従って、簡単な構成で、球面収差を精度良く補正することができる。

【0047】上記の光ピックアップ装置は、球面収差補正手段が、記録媒体の半径方向における光ビームの焦点位置ずれを示すトラッキングエラー信号の振幅が最大になるように調整することにより、球面収差を補正することが好ましい。

【0048】上記の構成によれば、トラッキングエラー信号をモニタし、その振幅が最大になるように集光光学系を駆動することにより、球面収差を補正することができる。従って、簡単な構成で、球面収差を精度良く補正することができる。

【0049】上記の光ピックアップ装置は、集光光学系は、1つ以上のレンズ群からなり、球面収差補正手段は、レンズ群のうちの、少なくとも1枚のレンズを移動させることが好ましい。

【0050】上記の構成によれば、球面収差を簡単な構成で精度良く補正することができる。

【0051】上記の光ピックアップ装置は、オフセット調整手段が、記録媒体に記録されている情報を読み取ることにより得られる再生信号の振幅が最大になるように調整することにより、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することが好ましい。

【0052】上記の構成によれば、例えば、再生信号をモニタし、再生信号の振幅が最大になるように集光光学

\*号を生成し、球面収差誤差信号をSAESとし、外周部領域の光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られる第1フォーカスエラー信号をF1とし、内周部領域の光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られる第2フォーカスエラー信号をF2とすると、上記SAESは、

系を駆動することで、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することができる。これにより、オフセットの調整を精度良く行うことができる。

【0053】上記の光ピックアップ装置は、記録媒体の半径方向における光ビームの焦点位置ずれを示すトラッキングエラー信号を検出し、トラッキングエラー信号に基づいて、記録媒体の半径方向への焦点位置ずれを補正するトラッキング制御手段を備え、オフセット調整手段は、上記トラッキング制御手段により記録媒体の半径方向への焦点位置ずれを補正されたフォーカスエラー信号に対して、オフセットの調整を行うことが好ましい。

【0054】上記の構成によれば、トラッキングエラー信号の影響を受けて、再生信号の振幅が変化することを防止することができる。これにより、フォーカスエラー信号のオフセット調整を精度良く行うことができる。

【0055】上記の光ピックアップ装置は、記録媒体の半径方向における光ビームの焦点位置ずれを示すトラッキングエラー信号を検出し、該トラッキングエラー信号に基づいて、記録媒体の半径方向への焦点位置ずれを補正するトラッキング制御手段を備え、オフセット調整手段は、トラッキングエラー信号の振幅が最大になるように調整することにより、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することが好ましい。

【0056】上記の構成によれば、例えば、記録媒体のトラック溝にうねりをもたせてアドレス情報を記録するウォブル構造を用いた場合など、未記録の記録媒体における再生信号に変調成分が表れず、オフセット調整に再生信号が利用できない場合でも、フォーカスエラー信号のオフセット調整を行うことができる。

【0057】上記の光ピックアップ装置は、複数の情報記録層を有する記録媒体に対して情報の記録・再生を行う場合、ある情報記録層から他の情報記録層へと光ビームの焦点位置がジャンプするときに、オフセット調整手段は、オフセットを調整することが好ましい。

【0058】上記の構成によれば、記録媒体が複数の情報記録層を有している場合、記録媒体をロードしたときのみでなく、ある情報記録層から他の情報記録層へジャンプしたときも、フォーカスエラー信号からオフセットを取り除くことができる。

【0059】上記の光ピックアップ装置は、オフセット調整手段によるフォーカスエラー信号のオフセットの調整と球面収差の補正とが複数回繰り返される場合、該繰り返しの最後に、オフセット調整手段は、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することが好ましい。

【0060】上記の構成によれば、オフセットの調整や球面収差の補正を複数回行うことにより、焦点調整前の初期の状態において、フォーカスエラー信号のオフセット量や球面収差の残存量が大きくても、球面収差の補正やフォーカスエラー信号のオフセット調整を行うことができる。

【0061】また、繰り返しの最後に、オフセット調整手段がフォーカスエラー信号のオフセットを調整するため、球面収差の補正の際に生じるフォーカスエラー信号の感度変化に起因するフォーカスオフセットが、残存した状態で焦点調整が終了することはない。

【0062】従って、フォーカスオフセットが除去された状態で焦点調整を終了することができる。この結果、フォーカスオフセットがない状態で、例えば、光ピックアップ装置は、光記録媒体から情報の再生を行うことができる。

【0063】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態について図1ないし図9に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、本実施の形態では、本発明の焦点調整方法を、光記録媒体としての光ディスク（記録媒体）に対して光学的に情報の記録・再生を行う光記録再生装置に備えられた光ピックアップ装置に適用した例について説明する。

【0064】本実施の形態に係る光記録再生装置は、図1に示すように、光ピックアップ装置10、スピンドルモータ21および駆動制御部30を備えており、光ディスク（記録媒体）6に情報を記録・再生する。

【0065】スピンドルモータ21は、光ディスク6を回転駆動する。なお、光ディスク6は光学ディスクであればよく、例えば、光磁気ディスク等、その種類は限定されるものではない。

【0066】光ピックアップ装置10は、光ディスク6に光ビームを照射して光ディスク6に情報を記録・再生するものであり、半導体レーザ（光源）1、ホログラム（光ビーム分離手段）2、コリメータレンズ3、2要素対物レンズ（集光光学系）9、ミラー27および検出装置7・8を備えている。

【0067】半導体レーザ1は光ディスク6に光ビームを照射するための光源であり、光ビームを射出する。なお、半導体レーザ1から射出される光ビームの波長は特に限定されるものではない。

【0068】コリメータレンズ3は、半導体レーザ1から射出され、ホログラム2を0次回折光として通過した光ビームを平行光に変換する。

【0069】2要素対物レンズ9は、半導体レーザ1による光ビーム照射側から、対物レンズである第1要素4と第2要素5とをこの順に有する。第1要素4は、その周縁部においてホルダ22に保持されており、さらに、ホルダ22の外周部には、フォーカスアクチュエータ（フォーカス制御手段、オフセット調整手段）23およびトラッキングアクチュエータ（トラッキング制御手段）26が設けられている。

【0070】フォーカスアクチュエータ23は、ホルダ22を光軸方向に移動させることにより、2要素対物レンズ9を適切な位置に移動させてフォーカス制御を行う。

【0071】トラッキングアクチュエータ26は、ホルダ22をラジアル方向（光ディスク6上に形成されたトラックの方向および光軸に垂直な方向、即ち、光ディスク6の半径方向）に移動させるように駆動制御される。これにより、光ビームを光ディスク6の情報トラック上に正確に追跡させることができる。

【0072】第2要素5は、その周縁部においてホルダ24に保持されており、さらに、ホルダ24の外周部には、アクチュエータ（球面収差補正手段）25が設けられている。アクチュエータ25は、第1要素4と第2要素5との間隔を調整するように駆動制御される。これにより、光ピックアップ装置10の光学系で生じる球面収差を補正することができる。

【0073】ミラー27は、2要素対物レンズ9とコリメータレンズ3との間に配されており、2要素対物レンズ9からの光ビームあるいはコリメータレンズ3からの光ビームの光路を約90°屈折させる。

【0074】検出装置7・8は、複数の受光素子（受光部）を有し、トラックエラー信号などの信号を出力するために、各受光素子に入射した光ビームを電気信号に変換する。光ピックアップ装置10については、後に詳述する。

【0075】駆動制御部30は、スピンドルモータ21および光ピックアップ装置10を駆動制御するものであり、スピンドルモータ駆動回路31、フォーカス駆動回路（フォーカス制御手段）33、トラッキング駆動回路（トラッキング制御手段）34、第2要素駆動回路（球面収差補正手段）32、制御信号生成回路（フォーカスエラー検出手段、球面収差検出手段）35および情報再生回路36を備えている。

【0076】制御信号生成回路35は、検出装置7・8から得られた信号から上記の各制御回路への制御信号を生成するための制御信号生成回路である。具体的には、制御信号生成回路35は、検出装置7・8から得られた信号に基づいて、後述するトラッキングエラー信号TES、フォーカスエラー信号FES、球面収差誤差信号SAESを生成し、トラッキングエラー信号TESはトラッキング駆動回路34へ、フォーカスエラー信号FES

はフォーカス駆動回路33へ、球面収差誤差信号SAESは第2要素駆動回路32へ出力するようになっている。そして、各駆動回路では、入力された各信号に基づいて各部材の駆動制御を行う。

【0077】スピンドルモータ駆動回路31は、制御信号生成回路35からの信号に基づいて、スピンドルモータ21の駆動制御を行う。

【0078】フォーカス駆動回路33は、制御信号生成回路35で生成されたフォーカスエラー信号FESに基づいて、フォーカスアクチュエータ23の駆動制御を行う。例えば、フォーカス駆動回路33にフォーカスエラー信号FESが入力された場合、このフォーカスエラー信号FESの値に基づいて、2要素対物レンズ9を光軸方向に移動させて、2要素対物レンズ9の光軸方向における焦点位置ずれを補正するようにフォーカスアクチュエータ23を駆動制御する。

【0079】トラッキング駆動回路34は、制御信号生成回路35で生成されたトラッキングエラー信号TESに基づいて、トラッキングアクチュエータ26の駆動制御を行う。

【0080】第2要素駆動回路32は、制御信号生成回路35で生成された球面収差誤差信号SAESに基づいて、第2要素アクチュエータ25の駆動制御を行う。例えば、第2要素駆動回路32に球面収差誤差信号SAESが入力された場合、この球面収差誤差信号SAESの値に基づいて、第2要素（レンズ）5を光軸方向に移動させて、光ピックアップ装置10の光学系で発生した球面収差を補正するようにアクチュエータ25を駆動制御する。ただし、球面収差補正機構で球面収差を補正する場合には、2要素対物レンズ9の第1要素4と第2要素5との間隔は固定し、球面収差補正機構に入力された球面収差誤差信号SAESの値に応じて、球面収差を補正すればよい。

【0081】情報再生回路36は、検出装置7・8から得られた信号から光ディスク6に記録されている情報を再生し、再生信号を生成する。

【0082】以下、上記光ピックアップ装置10の詳細について図2に基づいて説明する。なお、説明の便宜上、図2に示す光ピックアップ装置10では、図1で示したミラー27については省略している。

【0083】ここで、光記録媒体である光ディスク6は、図2に示すように、カバーガラス6a、基板6b、および、カバーガラス6aと基板6bとの間に形成された2つの情報記録層6c・6dから構成されている。即ち、光ディスク6は2層ディスクであって、光ピックアップ装置10は情報記録層6cまたは6dに光ビームを集光させることで、各情報記録層から情報を再生し、各情報記録層へ情報を記録するようになっている。

【0084】従って、以下の説明において、光ディスク6の情報記録層は情報記録層6cまたは6dのいずれか

を表し、光ピックアップ装置10は、どちらの情報記録層にも光ビームを集光させ、情報を記録または再生できるものとする。

【0085】上記光ピックアップ装置10において、ホログラム2、コリメートレンズ3、および、2要素対物レンズ9を構成する第1要素4・第2要素5は、半導体レーザ1の光ビーム照射面と光ディスク6の光ビーム反射面との間に形成される光軸OZ上に配置され、検出装置7・8は、上記ホログラム2の回折光の焦点位置に配置されている。

【0086】即ち、上記構成の光ピックアップ装置10において、半導体レーザ1から照射された光ビームは、ホログラム2で0次回折光として通過し、コリメートレンズ3によって平行光に変換された後、2枚のレンズである第1要素4および第2要素5から構成される2要素対物レンズ9を通過して、光ディスク6上の情報記録層（情報記録層6cまたは6d）に集光される。

【0087】一方、光ディスク6の情報記録層から反射された光ビームは、2要素対物レンズ9の第2要素5・第1要素4、コリメートレンズ3の順に各部材を通過してホログラム2に入射され、ホログラム2にて回折されて検出装置7・8上に集光される。

【0088】また、検出装置7は、第1受光部7aおよび第2受光部7bを、検出装置8は、第3受光部8aおよび第4受光部8bを備えており、集光された光ビームはこれら検出装置7・8によって電気信号に変換される。

【0089】次に、ホログラム2の構成について説明する。ホログラム2は、4つの領域2a・2b・2c・2dを有している。ホログラム2は、円形のホログラム領域が、分割線である直線CL1によって、領域2c・2dを含む半円領域と、領域2a・2bを含む半円領域とに2分割されている。この2分割された領域のうち、領域2c・2dを含む半円領域は、分割線である直線CL2によって、領域2cと領域2dとに2分割されている。一方、領域2a・2bを含む半円領域は、円弧状の分割線である円弧E2によって、2要素対物レンズ9の高開口数領域に対応した領域2aと、低開口数領域に対応した領域2bとに2分割されている。即ち、光ビームは、領域2a・2bによって外周部領域と内周部領域とに分離される。

【0090】即ち、領域2aは、光軸OZに直交する直線CL1と、光軸OZを中心とする円弧E1と円弧E2とに囲まれた領域である。領域2bは、CL1と円弧E2とに囲まれた領域である。

【0091】領域2cは、直線CL1と、直線CL1に直交する直線CL2と、円弧E1とに囲まれた領域である。領域2dは、領域2cと同様に、直線CL1と、直線CL2と、円弧E1とに囲まれた領域である。

【0092】上記ホログラム2は、半導体レーザ1側か

らの射出光を0次回折光として光ディスク6側に透過させ、光ディスク6側からの反射光を回折して検出装置7・8に導くようになっている。

【0093】そして、ホログラム2は、光ディスク6側から該ホログラム2を通過する光ビームを回折し、各領域で異なる点に集光させるように形成されている。即ち、光ディスク6の情報記録層で反射された光ビームのうち、ホログラム2の領域2aで回折された第1の光ビームは第1受光部7aで集光スポットを形成し、ホログラム2の領域2bで回折された第2の光ビームは第2受光部7bで集光スポットを形成し、ホログラム2の領域2cで回折された第3の光ビームは第3受光部8aで集光スポットを形成し、ホログラム2の領域2dで回折された第4の光ビームは第4受光部8bで集光スポットを形成する。

【0094】ここで、検出装置7・8の詳細について図3に基づいて説明する。

【0095】図3に示すように、検出装置7は、2つの受光部（第1受光部7a、第2受光部7b）を備え、検出装置8は、2つの受光部（第3受光部8a、第4受光部8b）を備えている。

【0096】さらに、第1受光部7a、第2受光部7bは、それぞれ2分割された光検出器11a・11b、12a・12bを備えている。そして、各受光部は、各光検出器の分割線上に第1、第2の光ビームの集光スポット

$$TES = 14S - 13S$$

で表される。

【0101】この上記式(2)によってトラッキングエラー信号TESを求めて、トラッキングエラーを計測する方法は、トラックと光ビームの焦点位置（集光スポット）との位置関係により、ラジアル方向に反射回折光パターンのアンバランスが生じる現象を利用したものであり、いわゆるブッシュブル方式と呼ばれている。従って、このアンバランス量（ずれ量）を計測するためには、ホログラム2における領域2cと領域2dとを分割する直線CL2が、ラジアル方向と直交することが望ましい。

【0102】以下、上記各光検出器からの電気信号を用※

$$F1 = 11aS - 11bS$$

で与え、ホログラム2の領域2bからの回折光を電気信号に変換する光検出器12a・12bからの電気信号を12aS・12bSとして、第2エラー信号（内周部領★

$$F2 = 12aS - 12bS$$

で与えらるとする。

【0104】このとき、情報記録層に焦点が一致していない場合は、F1・F2の各エラー信号の出力値は光軸方向の焦点位置ずれの量に相当する。ここで、焦点位置ずれ（フォーカスエラー）とは、半導体レーザー1側から2要素対物レンズ9を通過する光ビームが集光する焦点と、光ディスク6の情報記録層の位置との光軸方向の離

※トが形成されるように配置され、光ビームを電気信号に変換する。

【0097】第3受光部8aと第4受光部8bは、各1つつつ光検出器13、14を備えており、第3、第4の光ビームを電気信号に変換する。

【0098】上記の各光検出器で得られた電気信号は、駆動制御部30（図1参照）にて2要素対物レンズ9の焦点位置ずれや光ディスク6からの情報再生に使用される。例えば、上記電気信号は、情報再生回路36（図1参照）に出力されてRF信号（再生信号）に変換される。このとき、光ディスク6に記録されているRF信号は、各光検出器から出力された電気信号の総和で与えられる。

【0099】ところで、上記構成の光記録再生装置では、2要素対物レンズ9から射出された光ビームを、光ディスク6上に形成されたトラック上に集光させるために、トラッキング駆動制御が行われる。即ち、トラッキングアクチュエータ26（図1参照）を駆動して、2要素対物レンズ9を光ディスク6のラジアル方向に移動させて、光ビームをトラック上に集光させる。

【0100】ここで、光ビームの焦点位置が、トラックからラジアル方向にずれている量（トラッキングエラー）を示すトラッキングエラー信号TESは、光検出器13・14から出力される電気信号13S・14Sを用いて、次式(2)

$$\dots (2)$$

※いて2要素対物レンズ9のフォーカスエラー（光軸方向の焦点位置ずれ）の検出・補正について説明する。

【0103】情報記録層に焦点が一致していない場合、検出装置7の第1受光部7a、第2受光部7bにおいて光ビームはどちらか一方の光検出器にかたよっている。そこで、ホログラム2の領域2aからの回折光を電気信号に変換する光検出器11a・11bからの電気信号を11aS・11bSとして、第1エラー信号（外周部領域の光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られる第1フォーカスエラー信号）F1を、次式(3)

$$\dots (3)$$

域の光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られる第2フォーカスエラー信号）F2を、次式(4)

$$\dots (4)$$

反量を示す。

【0105】よって、常に焦点位置を情報記録層と一致させておくためには、第1エラー信号F1または第2エラー信号F2の出力を常に0となるように2要素対物レンズ9を光軸OZ方向に移動させればよい。

【0106】なお、上記で示したような方法で焦点位置ずれを検出する方法は、一般にナイフエッジ法と呼ばれ

る方法であるが、焦点位置ずれを検出する方法はこれに限られるものではない。例えば、焦点位置前後のビームサイズの変化から焦点位置ずれを検出するビームサイズ法でもかまわない。ここでは、ナイフエッジ法を用いて説明する。

\*

$$FES = F1 + F2$$

で表される。

【0108】また、以下に、集光光学系である2要素対物レンズ9において発生する球面収差の検出について説明する。

【0109】2要素対物レンズ9では、光ディスク6のカバーガラス6aの厚さが変化することなどが原因で球面収差が発生する。また、球面収差が発生した場合、フォーカスエラー信号FESにオフセットが発生する。そのため、検出したフォーカスエラー信号FESが0を出\*

$$SAES = F1$$

$$SAES = F2$$

$$SAES = F1 - F2$$

のいずれかで表される。このように、球面収差誤差信号SAESは、第1エラー信号F1または第2エラー信号F2によって検出することができる。

【0111】このように、球面収差は、ホログラム2の領域2a・2bにより、内周部領域と外周部領域とに分離された光ビームのうちの、少なくとも一方に基づいて得られるフォーカスエラー信号から検出される。

【0112】これにより、球面収差を感度良く検出することができる。

【0113】次に、2要素対物レンズ9の駆動制御（焦点調整方法）の手順について、図4のフローチャートを用いて説明する。

【0114】同図に示すように、まず、光ピックアップ装置10から得られた電気信号に基づいて、駆動制御部30の制御信号生成回路35においてフォーカスエラー信号FESを生成する。即ち、光ピックアップ装置10により、フォーカスエラー信号FESを検出する（S1）。そして、フォーカス駆動回路33およびフォーカスアクチュエータ23により、フォーカスエラー信号FESが0または0付近の値になるように、フォーカスサーボループをONにしてフォーカス制御（フォーカス制御処理）を行う（S2）。

【0115】次に、光ピックアップ装置10から得られた電気信号に基づいて、制御信号生成回路35において球面収差誤差信号SAESを検出する（S3）。そして、第2要素駆動回路32およびアクチュエータ25により該球面収差誤差信号SAESを用いて、球面収差を補正し、球面収差誤差信号SAESが0または0付近の値になるように、球面収差補正サーボのループをONにして球面収差補正制御（球面収差補正処理）を行う（S4）。

【0116】次いで、光ピックアップ装置10から得ら

\*【0107】通常、フォーカスエラー信号FESの検出には、光ビームの有効径全域を使用して行うので、本実施の形態において、フォーカスエラー信号FESは、次式（5）

$$\dots (5)$$

※力していても情報記録層上で光ビームが最良像点と一致していないことがあり、情報の記録再生ができなくなる虞れがある。ここで、上記最良像点とは、光ビームのビーム径が最小となる像点の位置のことである。

【0110】球面収差が発生した場合、光ビーム内で焦点位置が異なることとなる。よって、光ビームの内周部領域または外周部領域での焦点位置の相違を検出することにより、球面収差を検出することができる。即ち、球面収差誤差信号SAESは、次式（6）～（8）

$$\dots (6)$$

$$\dots (7)$$

$$\dots (8)$$

れた電気信号に基づいて、制御信号生成回路35においてトラッキングエラー信号TESを検出する（S5）。そして、トラッキング駆動回路34およびトラッキングアクチュエータ26により、トラッキングエラー信号TESが0または0付近の値になるように、トラッキングエラーサーボのループをONにしてトラッキング制御を行う（S6）。

【0117】このようなS1～S6を行った後、フォーカスエラー信号FESのオフセット調整（オフセット調整処理）を開始する（S7）。

【0118】ここで、制御信号生成回路35ではRF信号の振幅をモニタし、該モニタ結果をフォーカス駆動回路33に出力する。

【0119】そして、該モニタ結果に基づいて、フォーカスアクチュエータ23を駆動し、2要素対物レンズ9を光ディスク6に近づけたり遠ざけたりすることによって、RF信号の振幅が最大になるように焦点位置を調整する（S8）。このようにしてRF信号の振幅が最大になるジャスト焦点位置を決定し、フォーカスエラー信号FESのオフセット調整を終了する（S9）。

【0120】このように、2要素対物レンズ9は1つ以上のレンズ群（ここでは、第1要素4および第2要素5）からなり、そのうちの少なくとも1枚のレンズ（第2要素5）を移動させることにより、球面収差を補正することが好ましい。

【0121】これにより、球面収差を簡単な構成で精度良く補正することができる。

【0122】ここで、比較例として、フォーカスエラー信号FESのオフセットを調整した後に、球面収差を補正し、球面収差補正サーボのループをONにする例を図5に示すフローチャートに基づいて説明する。

【0123】この比較例においては、まず、光ピックア

ップ装置10により、フォーカスエラー信号FESを検出する(S11(上記S1に対応))。そして、該フォーカスエラー信号FESが0または0付近の値になるように、フォーカスサーボループをONにしてフォーカス制御を行う(S12(S2に対応))。

【0124】次いで、光ピックアップ装置10により、トラッキングエラー信号TESを検出する(S13(S5に対応))。そして、トラッキングエラー信号TESが0または0付近の値になるように、トラッキングエラーサーボのループをONにしてトラッキング制御を行う(S14(S6に対応))。

【0125】そして、フォーカスエラー信号FESのオフセット調整を開始し(S15(S7に対応))、フォーカスアクチュエータ23を駆動することにより、RF信号の振幅が最大になるように焦点位置を調整する(S16(S8に対応))。このようにしてRF信号の振幅が最大になるジャスト焦点位置を決定し、フォーカスエラー信号FESのオフセット調整を終了する。(S17(S9に対応))。

【0126】その後、球面収差誤差信号SAESを検出する(S18(S3に対応))。そして、球面収差誤差信号SAESが0または0付近の値になるように、球面収差補正サーボのループをONにして球面収差補正制御を行う(S19(S4に対応))。

【0127】このような場合のフォーカスエラー信号FESのオフセット調整について、図6(a)(b)を用いて説明する。

【0128】図6(a)は、球面収差を補正する前のフォーカスエラー信号FESを示すグラフである。ここで、同図において点Oは、2要素対物レンズ9のデフォーカス量が0の場合を示す。なお、デフォーカス量が0とは、光ビームのジャスト焦点位置と、光ディスク6の情報記録層とが一致している状態をいう。

【0129】ここで、球面収差を補正する前のフォーカスエラー信号FESは、図6(a)に示すように、フォーカスエラー信号FESが0である点Aと、デフォーカス量が0である点Oとが一致しておらず、点Aから点Oまでの量のオフセットが存在する。以下に、この状態において、サーボ系の引き込み動作をした場合について説明する。

【0130】まず、フォーカスエラー信号FESを検出し、フォーカスサーボのループをONにすると、フォーカスアクチュエータ23は、2要素対物レンズ9を、フォーカスエラー信号FESが0になるように駆動する。即ち、点Aがフォーカス制御の目標となる。

【0131】次に、球面収差の補正ではなく、フォーカスエラー信号FESのオフセット調整を行う。このとき、実際には、RF信号をモニタしながら、RF信号の振幅が最大となるようにフォーカスアクチュエータ23を駆動する。このようにしてフォーカスエラー信号FES

Sのオフセット調整を行う際、フォーカスアクチュエータ23は、点Bの出力を目標としてフォーカス制御を行う。このフォーカスエラー信号FESのオフセット調整を行った後、オフセットのない状態において球面収差を補正すると、図6(b)に示すようになる。

【0132】通常、球面収差を補正すると、フォーカスエラー信号FESの直線部分の傾きが急になる。即ち、2要素対物レンズ9において、球面収差が無視できる程小さくなり、これにより、フォーカスエラー信号FESの感度が良好になる。

【0133】しかしながら、フォーカスエラー信号FESの直線部分の傾きが急になることによって、点Bはジャストフォーカスエラー信号FESの状態ではなくなり、点Bを目標としてフォーカス制御を行った場合、点A'から点Oまでの量のオフセットが残ることとなる。

【0134】これにより、図5に示すように、フォーカスエラー信号FESのオフセットを調整した後に、球面収差を補正し、球面収差補正サーボのループをONにした場合、フォーカスエラー信号FESからオフセットを取り除くことができない。

【0135】一方、球面収差を補正した後に、フォーカスエラー信号FESのオフセットを調整する場合、フォーカスエラー信号FESの直線部分の傾きが急になった後に、オフセットが0になるようにフォーカスアクチュエータ23を駆動することとなる。

【0136】即ち、球面収差を補正し、また、球面収差補正サーボのループをONにすることで2要素対物レンズ9に発生した球面収差量を極力小さくした後に、フォーカスエラー信号FESのオフセットを調整することにより、フォーカスエラー信号FESからオフセットを取り除くことができる。

【0137】上述したように、本実施の形態においては、例えば第2要素5を移動させて、2要素対物レンズ9を構成する第1要素4と第2要素5との間隔を変化させることによって、球面収差の補正を行っている。即ち、球面収差を補正するために、光ビームに発散あるいは収束を加えて(発散・収束光を)光記録媒体6に入射させている。

【0138】しかしながら、通常、発散・収束光を入射すると、光学系の倍率が変化してフォーカスエラー信号FESの感度が変化する。従って、フォーカスエラー信号FESのオフセット調整をした後で球面収差を補正すると、フォーカスエラー信号FESの感度が変化する、オフセットが残存することとなる。

【0139】一方、フォーカスエラー信号FESのオフセット調整は、フォーカスアクチュエータ23を光軸方向に駆動して焦点位置ずれの調整をするだけであり、その駆動によって光学系に球面収差が発生することは無い。従って、フォーカスエラー信号FESのオフセット調整により、光学系に新たに球面収差が発生することは

ない。

【0140】そこで、図4に示す焦点調整方法の調整手順のように、球面収差の補正をした後でフォーカスエラー信号FESのオフセット調整を行い、光ピックアップ装置にフォーカスエラーが残存していない状態に調整した後で、光記録媒体からの情報の記録再生を行うようにすることが望ましい。

【0141】以上のように、本発明の焦点調整方法は、2要素対物レンズ9を透過して集光される光ビームの光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られるフォーカスエラー信号FESの出力を0に近づけるように制御するフォーカス制御処理と、光ビームにおいて発生した球面収差を補正する球面収差補正処理と、フォーカスエラー信号FESにおけるオフセットを調整するオフセット調整処理とをこの順に有し、集光された光ビームの焦点位置を調整する。

【0142】即ち、上記焦点調整方法が適用された光ピックアップ装置10は、半導体レーザ1と、該半導体レーザ1から出射され、光ディスク6にて反射された光ビームを集光する2要素対物レンズ9と、光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを示すフォーカスエラー信号FESを検出するフォーカスエラー検出手段であって、また、2要素対物レンズ9の球面収差を検出する制御信号生成回路35と、フォーカスエラー信号FESの出力を0に近づけるように制御し、また、フォーカスエラー信号FESのオフセットを調整するオフセット調整手段としてのフォーカス駆動回路33およびフォーカスアクチュエータ23と、フォーカスエラー信号FESに基づいて、球面収差を補正するアクチュエータ25および第2要素駆動回路32とを備え、オフセット調整手段としてのフォーカス駆動回路33およびフォーカスアクチュエータ23は、フォーカスエラー信号FESの出力を0に近づけるように制御し、アクチュエータ25および第2要素駆動回路32が球面収差を補正した後、フォーカスエラー信号FESのオフセットを調整する。

【0143】上記の構成によれば、フォーカス制御処理により、フォーカスエラー信号FESの出力を0とし、フォーカスエラー信号FESの直線部分の傾きを急にし\*

$$SAES = F1 - (F1 + F2) \times K1 \quad (K1 \text{ は係数}) \quad \dots (9)$$

$$SAES = F2 - (F1 + F2) \times K2 \quad (K2 \text{ は係数}) \quad \dots (10)$$

のいずれかであることが好ましい。

【0151】これにより、球面収差誤差信号SAESにおいて、フォーカスエラー信号FESからのクロストーク※

$$SAES = F1 - F2 \times K3$$

としてもかまわない。

【0153】このようにしても、球面収差誤差信号SAESにおいて、フォーカスエラー信号FESからのクロストークを除去することができる。従って、球面収差誤差信号SAESから正確に球面収差を検出することができる。

\*て、2要素対物レンズ9において球面収差が無視できる程小さくした後に、フォーカスエラー信号FESのオフセットを調整することとなる。

【0144】このように、出力が0のフォーカスエラー信号FESに対して球面収差を補正した後、フォーカスエラー信号FESのオフセットを調整する場合、フォーカスエラー信号FESの直線部分の傾きが急になった後に、オフセットが0になるように調整することとなる。

10 【0145】従って、球面収差を補正し、また、例えば球面収差補正サーボのループをONにすることで2要素対物レンズ9に発生した球面収差量を極力小さくした後に、フォーカスエラー信号FESのオフセットを調整することにより、フォーカスエラー信号FESからオフセットを取り除くことができる。

【0146】これにより、安定した球面収差補正および光軸方向の焦点位置ずれ制御を行うことができ、例えば、照射する光ビームの焦点位置にずれが生じることのない焦点調整方法および光ピックアップ装置10を提供することができる。

【0147】ところで、球面収差誤差信号SAESには、式(6)～(8)に示すように、検出装置7の第1受光部7aにおいて得られる第1エラー信号F1、または、第2受光部7bにおいて得られる第2エラー信号F2、即ち、光ビーム内周部あるいは外周部のフォーカスエラー信号が用いられる。

【0148】従って、フォーカスエラー信号FESのオフセット調整を行えば、球面収差誤差信号SAESにはオフセットが発生することとなる。このため、球面収差誤差信号SAESにおいては、フォーカスエラー信号FESからのクロストークを除去しなければならない。

【0149】このような場合、球面収差誤差信号SAESをフォーカスエラー信号FESで補正することにより、フォーカスエラー信号FESのクロストークを除去することが好ましい。

【0150】即ち、球面収差誤差信号SAESが次式(9)(10)

※クを除去することができる。

【0152】また、球面収差誤差信号SAESは、次式(11)

$$(K3 \text{ は係数}) \quad \dots (11)$$

【0154】ここで、 $K1 \cdot K2 \cdot K3$ は、フォーカスエラー信号FESからのクロストークが小さくなるように決定すればよい。

【0155】なお、フォーカスエラー信号FESのオフセット調整は、RF信号をモニタして、RF信号の振幅が最大になるように調整したが、例えば、未記録の光デ

ディスク6の場合、アドレス部にあるビットで変調されたRF信号を利用してオフセット調整を行えばよい。

【0156】また、アドレス部にビットではなく、例えば、トラック溝にうねりをもたせてアドレス情報を記録するウォブル構造を用いた場合など、未記録の光ディスク6におけるRF信号に変調成分が表れず、オフセット調整にRF信号を利用できないことがある。そのような場合、RF信号ではなくトラッキングエラー信号TESを用い、該トラッキングエラー信号TESの振幅から、フォーカスエラー信号FESのオフセット調整を行えばよい。

【0157】この場合の焦点調整方法を図7に示す。

【0158】まず、フォーカスエラー信号FESを検出し(S21)、該フォーカスエラー信号FESが0または0付近の値になるように、フォーカスサーボループをONにしてフォーカス制御を行う(S22)。

【0159】次いで、光ピックアップ装置10により、球面収差誤差信号SAESを検出し(S23)、球面収差誤差信号SAESが0または0付近の値になるように、球面収差補正サーボのループをONにして球面収差補正制御を行う(S24)。

【0160】そして、フォーカスエラー信号FESのオフセット調整を開始し(S25)、フォーカスアクチュエータ23を駆動することにより、トラッキングエラー信号TESの振幅が最大になるまで焦点位置を調整する(S26)。

【0161】このようにしてトラッキングエラー信号TESの振幅が最大になるジャスト焦点位置を決定し、フォーカスエラー信号FESのオフセット調整を終了する(S27)。

【0162】その後、光ピックアップ装置10により、トラッキングエラー信号TESを検出し(S28)、トラッキングエラー信号TESが0または0付近の値になるように、トラッキングエラーサーボのループをONにしてトラッキング制御を行う(S29)。

【0163】このように、トラッキングエラーサーボのループをONにする(トラッキング制御)前にフォーカスエラー信号FESのオフセットを調整しても、球面収差を補正した後に、フォーカスエラー信号FESのオフセットを調整していれば、フォーカスエラー信号FESからオフセットを取り除くことができる。

【0164】また、上記ウォブル構造の場合、ウォブル信号の振幅からフォーカスエラー信号FESのオフセットを調整してもかまわない。このような場合、トラッキングサーボループをONにした後、トラッキングエラー信号TESからウォブル信号を検出し、その振幅が最大になるようにフォーカスエラー信号FESのオフセットを調整する。

【0165】光ディスク6が複数の情報記録層を有する場合、光ディスク6をロードしたとき(ディスクロード

時)のみでなく、ある情報記録層から他の情報記録層へジャンプしたとき(層間ジャンプ時)も、上記のような手順で球面収差補正・球面収差補正サーボのループをONにしてからフォーカスエラー信号FESのオフセット調整を行えば、フォーカスエラー信号FESにオフセットが残ることはない。

【0166】また、複数の情報記録層において層間ジャンプを行う場合、情報記録層の厚さによって発生する球面収差をジャンプする前に予め補正し、ジャンプした後で球面収差の補正量を微調整してもよいし、ジャンプする前には球面収差の補正を行わないで、ジャンプした後に、情報記録層の厚さと光ディスク6の厚みむらとによって発生する球面収差を補正してもかまわない。

【0167】ところで、上記したように光ピックアップ装置10は、球面収差誤差信号にフォーカスエラー信号FESを用いている。即ち、球面収差補正のリファレンス信号として、内周部の光ビームと外周部の光ビームとのフォーカス位置ずれを用いている。これは、光記録媒体である光ディスク6内での厚みムラが大きい場合にその厚みムラで発生する球面収差を、情報の記録・再生時にリアルタイムで補正することを目的としている。

【0168】一方、光記録媒体の製造技術によっては、光ディスク6内での厚みムラを小さく抑えることができる。

【0169】このような場合、光ディスク6内での厚さばらつきで発生した球面収差は、ディスクロード時や層間ジャンプ時にのみ補正すればよい。即ち、リアルタイムでの球面収差補正は必要ない。

【0170】従って、ディスクロード時や層間ジャンプ時にのみ球面収差を補正する場合には、球面収差量のリファレンス信号として、RF信号の振幅やトラッキングエラー信号TESの振幅を用いることができる。

【0171】このように、球面収差補正の際に、RF信号の振幅やトラッキングエラー信号TESの振幅を用いることにより、球面収差をリアルタイムで補正するときよりも、さらに簡単な構成の光学系を用いることができる。

【0172】以下、球面収差の補正に、RF信号を用いた場合の2要素対物レンズ9の駆動制御(焦点調整方法)の手順の一例について、図8のフローチャートを用いて説明する。

【0173】まず、フォーカスエラー信号FESを検出し(S31)、そのフォーカスエラー信号FESが0または0付近の値になるように、フォーカスサーボループをONにしてフォーカス制御を行う(S32)。

【0174】次に、トラッキングエラー信号TESを検出し(S33)、そのトラッキングエラー信号TESが0または0付近の値になるように、トラッキングサーボループをONにしてトラッキング制御を行う(S34)。

【0175】そして、制御信号生成回路35においてRF信号の振幅をモニタしながら、球面収差補正を開始する(S35)。即ち、2要素対物レンズ9を構成する第1要素4と第2要素5との間隔を第2要素アクチュエータ25によって変化させることによって、RF信号の振幅が最大になるように球面収差を補正する(S36)。

【0176】その後、引き続きRF信号の振幅をモニタしながらフォーカスエラー信号FESのオフセット調整を開始する(S37)。即ち、制御信号生成回路35ではRF信号の振幅をモニタし、該モニタ結果をフォーカス駆動回路33に出力する。

【0177】そして、該モニタ結果に基づいて、フォーカスアクチュエータ23を駆動し、2要素対物レンズ9を光ディスク6に近づけたり遠ざけたりすることによって、RF信号の振幅が最大になるように焦点位置を調整する。こうして、RF信号の振幅が最大になるようジャスト焦点位置を決定し、フォーカスエラー信号FESのオフセット調整を終了する(S38)。これにより、全体の調整が終了する。

【0178】また、以下に、球面収差の補正に、トラッキングエラー信号TESを用いた場合の、2要素対物レンズ9の駆動制御(焦点調整方法)の手順の一例について、図9のフローチャートを用いて説明する。

【0179】まず、フォーカスエラー信号FESを検出し(S41)、そのフォーカスエラー信号FESが0または0付近の値になるように、フォーカスサーボループをONにしてフォーカス制御を行う(S42)。

【0180】そして、制御信号生成回路35においてトラッキングエラー信号TESの振幅をモニタしながら球面収差の補正を開始する(S43)。即ち、2要素対物レンズ9を構成する第1要素4と第2要素5との間隔を第2要素アクチュエータ25によって変化させることによって、トラッキングエラー信号TESの振幅が最大になるように球面収差を補正する(S44)。

【0181】その後、引き続きトラッキングエラー信号TESの振幅をモニタしながらフォーカスエラー信号FESのオフセット調整を開始する(S45)。即ち、制御信号生成回路35ではトラッキングエラー信号TESの振幅をモニタし、該モニタ結果をフォーカス駆動回路33に出力する。そして、該モニタ結果に基づいて、フォーカスアクチュエータ23を駆動し、2要素対物レンズ9を光ディスク6に近づけたり遠ざけたりすることによって、トラッキングエラー信号TESの振幅が最大になるように焦点位置を調整する(S46)。

【0182】そして、トラッキングエラー信号TESを検出し(S47)、トラッキングエラー信号TESが0または0付近の値になるようにトラッキングサーボのループをONにしてトラッキング制御を行い(S48)、調整を終了する。

【0183】なお、球面収差補正には、球面収差量のリ

ファレンス信号として信号品質を評価する手法の一つであるビタビ復号におけるバスメトリック差を用いるSAM(Sequenced Amplitude Margin)とよばれる方法を用いても良い。

【0184】なお、上述したディスクロード時や層間ジャンプ時にのみ球面収差補正を行う焦点調整方法では、球面収差の補正とフォーカスエラー信号FESのオフセット調整とをそれぞれ1回ずつ行う方法としたが、これに限定されるものではない。例えば、焦点調整前の初期の状態において、フォーカスエラー信号FESのオフセット量や球面収差の残存量が大きければ、球面収差の補正とフォーカスエラー信号FESのオフセット調整とを1回ずつ行っても、RF信号の品位が十分に良くなる場合がある。

【0185】このような場合、さらにRF信号の品位を高めるために、精度の良い調整を目指して、球面収差の補正およびフォーカスエラー信号FESのオフセット調整のループを複数回実行しても良い。なお、この場合にも球面収差補正によるフォーカスエラー信号FESの感度変化が発生するので、ループの最後はフォーカスエラー信号FESのオフセット調整で終了することが好ましい。

【0186】なお、本実施の形態においては、対物レンズとして、第1要素4と第2要素5との2枚レンズからなる2要素対物レンズ9を用いたが、装置の組み立てを簡略化するために1枚のレンズで対物レンズを構成してもよい。

【0187】また、本実施の形態においては、球面収差は、2要素対物レンズ9を構成する第1要素4と第2要素5との間隔を変化させることによって補正を行っているが、これに限定されたものではない。例えば、コリメートレンズ3を移動させて、半導体レーザ1とコリメートレンズ3との間隔を調整させてもよい。この場合、半導体レーザ1から射出され、コリメートレンズ3を通過した光ビームは非平行となり、球面収差を発生させることができる。この球面収差により、光ピックアップ装置10の光学系、即ち、2要素対物レンズ9における球面収差を補正することができる。

【0188】さらに、2要素対物レンズ9とコリメートレンズ3との間に、球面収差補正機構を挿入してもよい。球面収差補正機構は、光ビームが球面収差補正機構を通過する際に、球面収差を発生させる光学系を構成している。

【0189】例えば、球面収差補正機構として、正のパワーを有する凸レンズと負のパワーを有する凹レンズとを組み合わせたアフォーカル光学系を用いればよい。この2枚のレンズ間隔を調節することにより、球面収差を発生させることができる。さらに、球面収差補正機構の別の構成として、正のパワーを持つ2枚の凸レンズを組み合わせたアフォーカル光学系でもよい。この場合も2

枚のレンズ間隔を調節することにより、球面収差を発生させることができる。さらに球面収差を発生させる球面収差補正機構としては、球面収差を有する液晶素子でもかまわない。

【0190】このように、球面収差補正機構を備えることにより、発生した球面収差によって、2要素対物レンズ9における球面収差を補正することができる。

【0191】

【発明の効果】以上のように、本発明の焦点調整方法は、集光光学系を透過して集光される光ビームの光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られるフォーカスエラー信号の出力を0に近づけるように制御するフォーカス制御処理と、光ビームにおいて発生した球面収差を補正する球面収差補正処理と、フォーカスエラー信号におけるオフセットを調整するオフセット調整処理とをこの順に有し、集光された光ビームの焦点位置を調整する構成である。

【0192】これにより、フォーカス制御処理により、フォーカスエラー信号の出力を0とし、フォーカスエラー信号の直線部分の傾きを急にして、集光光学系において球面収差が無視できる程小さくした後に、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することとなる。

【0193】従って、球面収差を補正し、また、例えば球面収差補正サーボのループをONにすることで集光光学系に発生した球面収差量を極力小さくした後に、フォーカス

$$SAES = F1 - (F1 + F2) \times K1 \quad (K1は係数)$$

または、

$$SAES = F2 - (F1 + F2) \times K2 \quad (K2は係数)$$

または、

$$SAES = F1 - F2 \times K3 \quad (K3は係数)$$

のいずれかを満足する構成である。

【0198】これにより、球面収差誤差信号SAESにおいて、フォーカスエラー信号からのクロストークを除去することができる。従って、球面収差誤差信号SAESから正確に球面収差を検出することができるといった効果を奏する。

【0199】本発明の焦点調整方法は、球面収差補正処理が、集光光学系における1つ以上のレンズ群のうちの、少なくとも1枚のレンズを移動させることにより、集光光学系の球面収差を補正する構成である。

【0200】これにより、球面収差を簡単な構成で精度良く補正することができるといった効果を奏する。

【0201】本発明の焦点調整方法は、球面収差補正処理およびオフセット調整処理を複数回繰り返す、最後にオフセット調整処理を行ってから光ビームの焦点位置の調整を終了する構成である。

【0202】これにより、フォーカスオフセットが除去された状態で焦点調整を終了することができる。従って、フォーカスオフセットがない状態で、例えば、光ピックアップ装置は、光記録媒体から情報の再生を行うと

\*ーカスエラー信号のオフセットを調整することにより、フォーカスエラー信号からオフセットを取り除くことができる。

【0194】この結果、安定した球面収差補正および光軸方向の焦点位置ずれ制御を行うことができ、例えば、照射する光ビームの焦点位置にずれが生じることのない焦点調整方法を提供することができるといった効果を奏する。

【0195】本発明の焦点調整方法は、球面収差が、光ビーム分離手段により内周部領域と外周部領域とに分離された光ビームのうちの、少なくとも一方に基づいて得られるフォーカスエラー信号から検出される構成である。

【0196】これにより、光ビームの内周部領域または外周部領域での焦点位置の相違を検出することにより、球面収差を検出することができる。従って、球面収差を感度良く検出することができるといった効果を奏する。

【0197】本発明の焦点調整方法は、球面収差を示す球面収差誤差信号をSAESとし、外周部領域の光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られる第1フォーカスエラー信号をF1とし、内周部領域の光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られる第2フォーカスエラー信号をF2とすると、上記SAESは、

とができるといった効果を奏する。

【0203】本発明の光ピックアップ装置は、光源と、該光源から出射され、記録媒体にて反射された光ビームを集光する集光光学系と、光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを示すフォーカスエラー信号を検出するフォーカスエラー検出手段と、フォーカスエラー信号の出力を0に近づけるように制御するフォーカス制御手段と、フォーカスエラー信号のオフセットを調整するオフセット調整手段と、集光光学系の球面収差を検出する球面収差検出手段と、球面収差を補正する球面収差補正手段とを備え、オフセット調整手段は、フォーカス制御手段がフォーカスエラー信号の出力を0に近づけるように制御し、球面収差補正手段が球面収差を補正した後に、フォーカスエラー信号のオフセットを調整する構成である。

【0204】これにより、フォーカス制御手段により、フォーカスエラー信号の出力を0とし、フォーカスエラー信号の直線部分の傾きを急にして、集光光学系において球面収差が無視できる程小さくした後に、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することとなる。

【0205】従って、球面収差を補正し、また、例えば球面収差補正サーボのループをONにすることで集光光学系に発生した球面収差量を極力小さくした後に、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することより、フォーカスエラー信号からオフセットを取り除くことができる。

【0206】この結果、安定した球面収差補正および光軸方向の焦点位置ずれ制御を行うことができ、照射する光ビームの焦点位置にずれが生じることのない光ピックアップ装置を提供することができるという効果を奏する。

【0207】本発明の光ピックアップ装置は、集光光学系を透過した光ビームを、内周部領域と外周部領域とに分離する光ビーム分離手段を備え、球面収差検出手段 \*

$$SAES = F1 - (F1 + F2) \times K1 \quad (K1 \text{ は係数})$$

または、

$$SAES = F2 - (F1 + F2) \times K2 \quad (K2 \text{ は係数})$$

または、

$$SAES = F1 - F2 \times K3 \quad (K3 \text{ は係数})$$

のいずれかを満足する構成である。

【0210】これにより、球面収差誤差信号SAESにおいて、フォーカスエラー信号からのクロストークを除去することができる。従って、球面収差誤差信号SAESから正確に球面収差を検出することができるという効果を奏する。

【0211】本発明の光ピックアップ装置は、球面収差補正手段が、記録媒体に記録されている情報を読み取ることにより得られる再生信号の振幅が最大になるように調整することにより、球面収差を補正する構成である。

【0212】これにより、簡単な構成で、球面収差を精度良く補正することができるという効果を奏する。

【0213】本発明の光ピックアップ装置は、球面収差補正手段が、記録媒体の半径方向における光ビームの焦点位置ずれを示すトラッキングエラー信号の振幅が最大になるように調整することにより、球面収差を補正する構成である。

【0214】これにより、簡単な構成で、球面収差を精度良く補正することができるという効果を奏する。

【0215】本発明の光ピックアップ装置は、集光光学系は、1つ以上のレンズ群からなり、球面収差補正手段は、レンズ群のうちの、少なくとも1枚のレンズを移動させる構成である。

【0216】これにより、球面収差を簡単な構成で精度良く補正することができるという効果を奏する。

【0217】本発明の光ピックアップ装置は、オフセット調整手段が、記録媒体に記録されている情報を読み取ることにより得られる再生信号の振幅が最大になるように調整することによりフォーカスエラー信号のオフセットを調整する構成である。

【0218】これにより、例えば、再生信号をモニタ

\*は、光ビームの内周部領域と外周部領域とのうちの、少なくとも一方に基づいて得られるフォーカスエラー信号から球面収差を検出する構成である。

【0208】これにより、球面収差を感度良く検出することができるという効果を奏する。

【0209】本発明の光ピックアップ装置は、球面収差検出手段は、集光光学系の球面収差を示す球面収差誤差信号を生成し、球面収差誤差信号をSAESとし、外周部領域の光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られる第1フォーカスエラー信号をF1とし、内周部領域の光ビームにおける光軸方向の焦点位置ずれを検出して得られる第2フォーカスエラー信号をF2とすると、上記SAESは、

し、再生信号の振幅が最大になるように集光光学系を駆動することで、フォーカスエラー信号のオフセットを調整することができる。従って、オフセットの調整を精度良く行うことができるという効果を奏する。

【0219】本発明の光ピックアップ装置は、記録媒体の半径方向における光ビームの焦点位置ずれを示すトラッキングエラー信号を検出し、トラッキングエラー信号に基づいて、記録媒体の半径方向への焦点位置ずれを補正するトラッキング制御手段を備え、オフセット調整手段は、上記トラッキング制御手段により記録媒体の半径方向への焦点位置ずれを補正されたフォーカスエラー信号に対して、オフセットの調整を行う構成である。

【0220】これにより、トラッキングエラー信号の影響を受けて、再生信号の振幅が変化することを防止することができる。従って、フォーカスエラー信号のオフセット調整を精度良く行うことができるという効果を奏する。

【0221】本発明の光ピックアップ装置は、記録媒体の半径方向における光ビームの焦点位置ずれを示すトラッキングエラー信号を検出し、該トラッキングエラー信号に基づいて、記録媒体の半径方向への焦点位置ずれを補正するトラッキング制御手段を備え、オフセット調整手段は、トラッキングエラー信号の振幅が最大になるように調整することにより、フォーカスエラー信号のオフセットを調整する構成である。

【0222】これにより、未記録の記録媒体における再生信号に変調成分が表れず、オフセット調整に再生信号が利用できない場合でも、フォーカスエラー信号のオフセット調整を行うことができるという効果を奏する。

【0223】本発明の光ピックアップ装置は、複数の情報記録層を有する記録媒体に対して情報の記録・再生を

行う場合、ある情報記録層から他の情報記録層へと光ビームの焦点位置がジャンプするときに、オフセット調整手段はオフセットを調整する構成である。

【0224】これにより、記録媒体が複数の情報記録層を有している場合、記録媒体をロードしたときのみでなく、ある情報記録層から他の情報記録層へジャンプしたときも、フォーカスエラー信号からオフセットを取り除くことができるといった効果を奏する。

【0225】本発明の光ピックアップ装置は、オフセット調整手段によるフォーカスエラー信号のオフセットの調整と球面収差の補正とが複数回繰り返される場合、該繰り返しの最後に、オフセット調整手段は、フォーカスエラー信号のオフセットを調整する構成である。

【0226】これにより、フォーカスオフセットが除去された状態で焦点調整を終了することができる。従って、フォーカスオフセットがない状態で、例えば、光ピックアップ装置は、光記録媒体から情報の再生を行うことができるといった効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態に係る焦点調整方法を適用した光ピックアップ装置を備えた光記録再生装置の概略の構成を示す説明図である。

【図2】図1に示す光ピックアップ装置を備えた光記録再生装置の要部の構成を示す説明図である。

【図3】図1に示す光ピックアップ装置の検出装置の詳細を示す説明図である。

【図4】2要素対物レンズの焦点調整方法の手順を示すフローチャートである。

【図5】比較例における2要素対物レンズの焦点調整方法の手順を示すフローチャートである。

【図6】(a)は、球面収差を補正する前のフォーカスエラー信号FESとデフォーカス量との関係を示すグラフであり、(b)は、球面収差を補正した後のフォーカスエラー信号FESとデフォーカス量との関係を示すグラフである。

【図7】2要素対物レンズの焦点調整方法の他の手順を示すフローチャートである。

【図8】球面収差の補正にRF信号を用いた場合における、2要素対物レンズの焦点調整方法の手順の一例を示すフローチャートである。

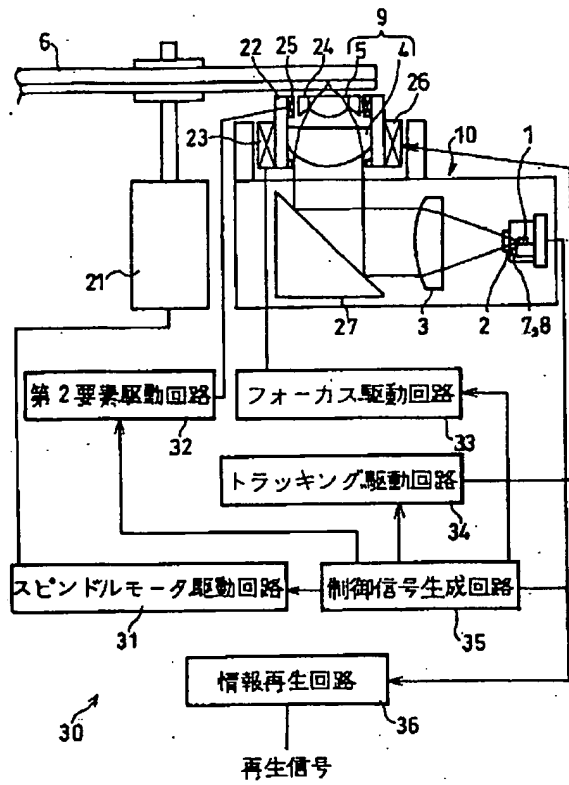
【図9】球面収差の補正にトラッキングエラー信号TE

Sを用いた場合における、焦点調整方法の手順の一例を示すフローチャートである。

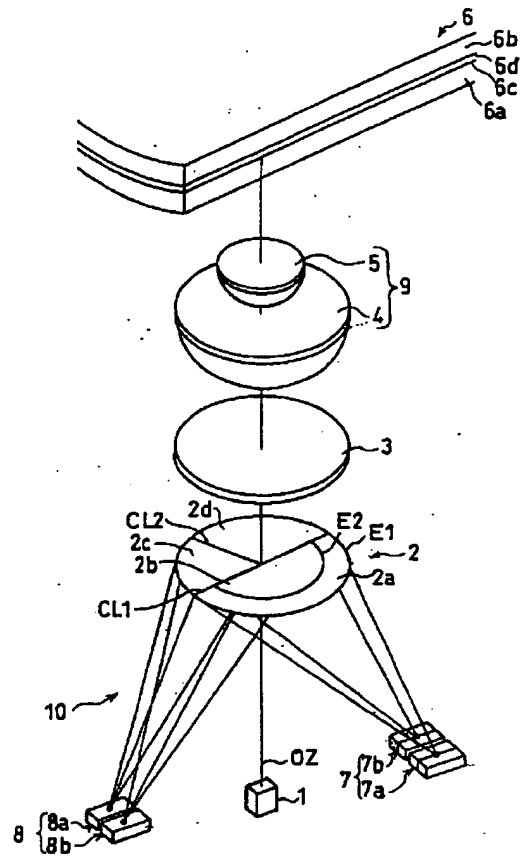
#### 【符号の説明】

- 1 半導体レーザ（光源）
- 2 ホログラム（光ビーム分離手段）
- 2a 領域
- 2b 領域
- 2c 領域
- 2d 領域
- 4 第1要素（対物レンズ、集光光学系）
- 5 第2要素（対物レンズ、集光光学系）
- 6 光ディスク（記録媒体、光記録媒体）
- 6c 情報記録層
- 6d 情報記録層
- 7 検出装置
- 7a 第1受光部
- 7b 第2受光部
- 8 検出装置
- 8a 第3受光部
- 8b 第4受光部
- 9 2要素対物レンズ（集光光学系）
- 10 光ピックアップ装置
- F1 第1エラー信号（第1フォーカスエラー信号）
- F2 第2エラー信号（第2フォーカスエラー信号）
- OZ 光軸
- TES トラッキングエラー信号
- FES フォーカスエラー信号
- SAES 球面収差誤差信号
- 23 フォーカスアクチュエータ（フォーカス制御手段、オフセット調整手段）
- 25 アクチュエータ（球面収差補正手段）
- 26 トラッキングアクチュエータ（トラッキング制御手段）
- 30 駆動制御部
- 32 第2要素駆動回路（球面収差補正手段）
- 33 フォーカス駆動回路（フォーカス制御手段）
- 34 トラッキング駆動回路（トラッキング制御手段）
- 35 制御信号生成回路（フォーカスエラー検出手段、球面収差検出手段）
- 36 情報再生回路

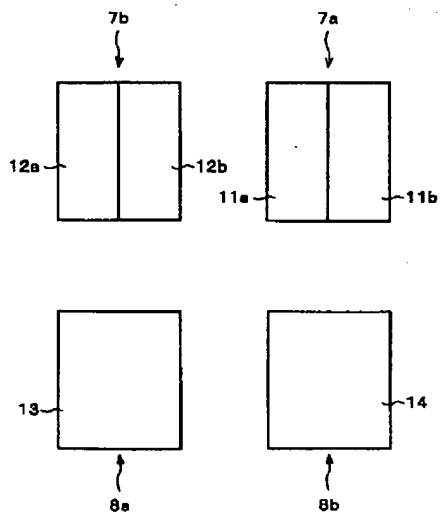
【図1】



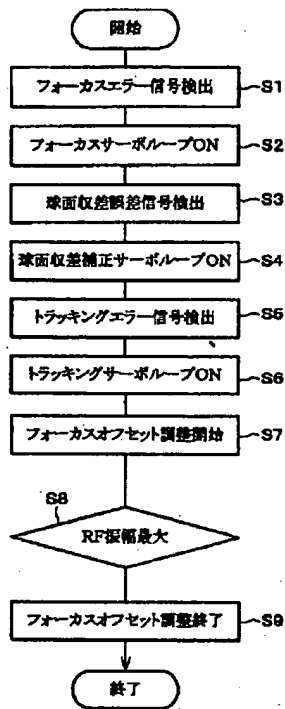
【図2】



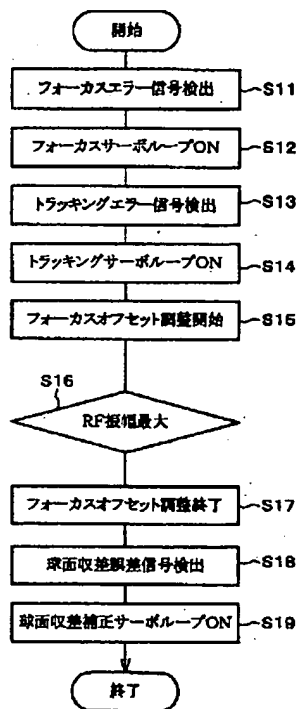
【図3】



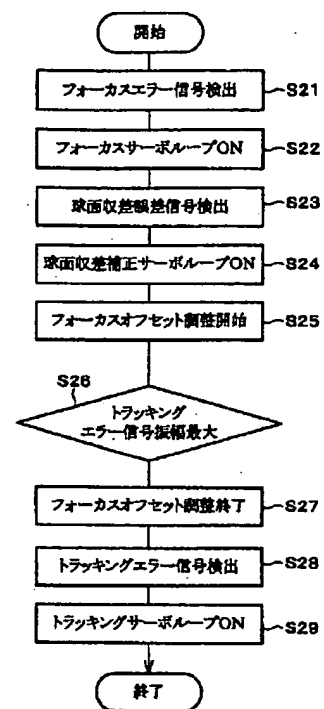
【図4】



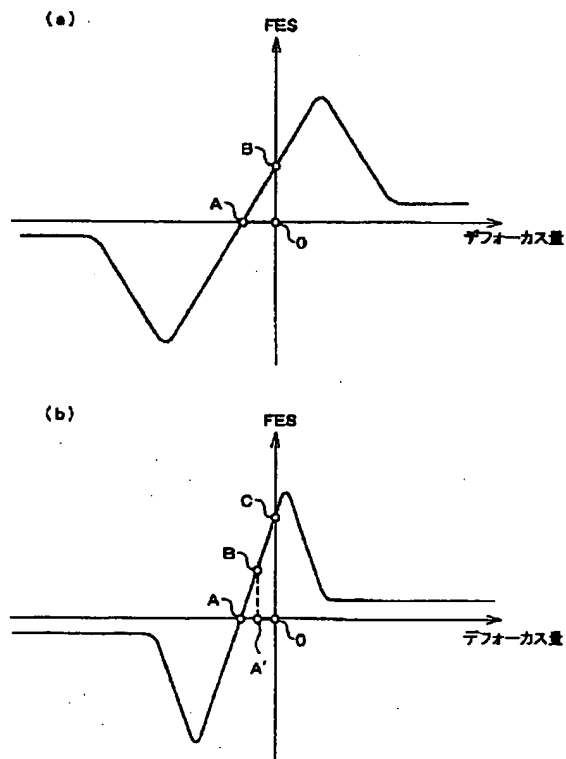
【図5】



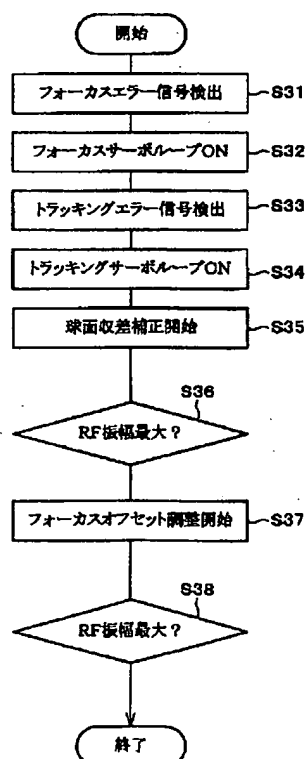
【図7】



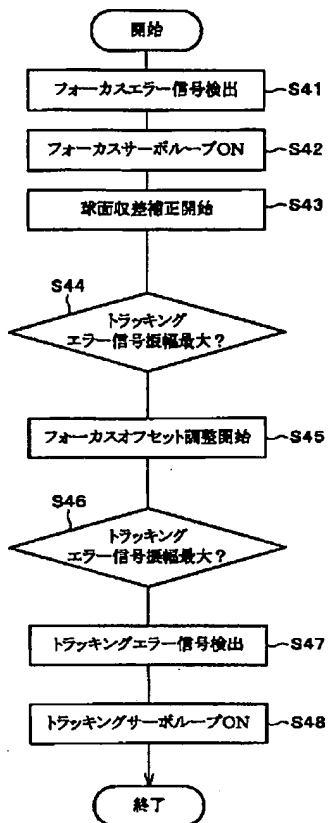
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5D117 AA02 CC01 CC04 DD10 FF09  
 FX06 GG02  
 5D118 AA13 AA18 BA01 BF02 BF03  
 CA11 CB03 CD02 CD03 CD14  
 5D119 AA28 BA01 DA01 DA05 EA02  
 EA03 EC01 JA09  
 5D789 AA28 BA01 DA01 DA05 EA02  
 EA03 EC01 JA09